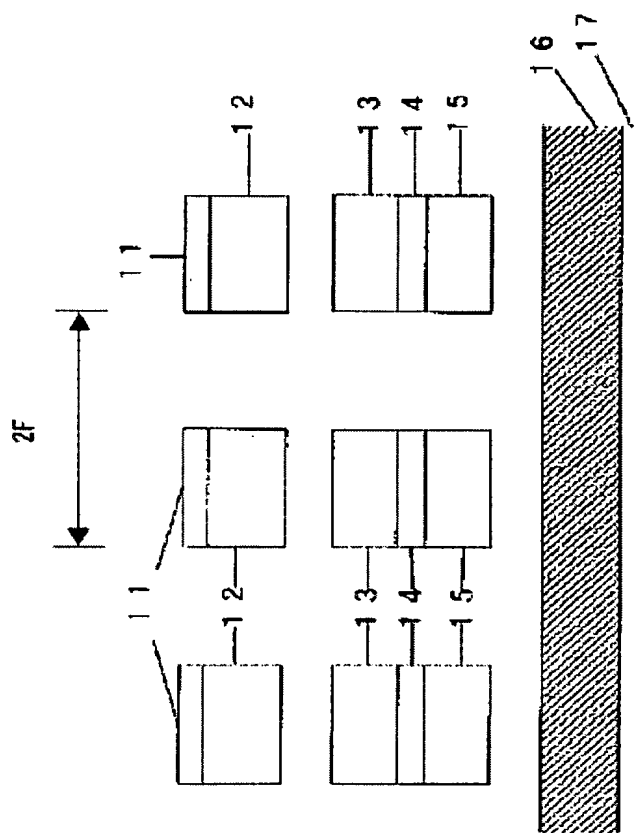


MAGNETIC MEMORY AND RECORDING METHOD FOR THE SAME

Patent number: JP2001273760
Publication date: 2001-10-05
Inventor: HAYASHI HIDEKAZU; NAMIKATA RYOJI; MICHIJIMA MASASHI
Applicant: SHARP KK
Classification:
- International: G11C11/15; H01L27/10; H01L43/08
- european:
Application number: JP20000090495 20000329
Priority number(s): JP20000090495 20000329

Abstract of JP2001273760

PROBLEM TO BE SOLVED: To obviate the difficulty in the higher-scale integration of elements if current wires are arranged on one side or both sides of the elements with a magnetic memory using the megaro-magneto-resistive elements and tunnel magneto-resistive elements using perpendicularly magnetized films. **SOLUTION:** The upper parts or lower parts of the current wires 12 and 16 are provided with layers 11 and 17 consisting of high permeable magnetic materials and the elements at cross points are subjected to recording by the current wires arranged in the upper and lower parts of the extreme adjacent elements.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-273760

(P2001-273760A)

(43) 公開日 平成13年10月5日 (2001.10.5)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 1 1 C 11/15

G 1 1 C 11/15

5 F 0 8 3

H 0 1 L 27/10

4 5 1

H 0 1 L 27/10

4 5 1

43/08

43/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2000-90495(P2000-90495)

(22) 出願日

平成12年3月29日(2000.3.29)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 林 秀和

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 南方 量二

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(74) 代理人 100102277

弁理士 佐々木 晴康 (外2名)

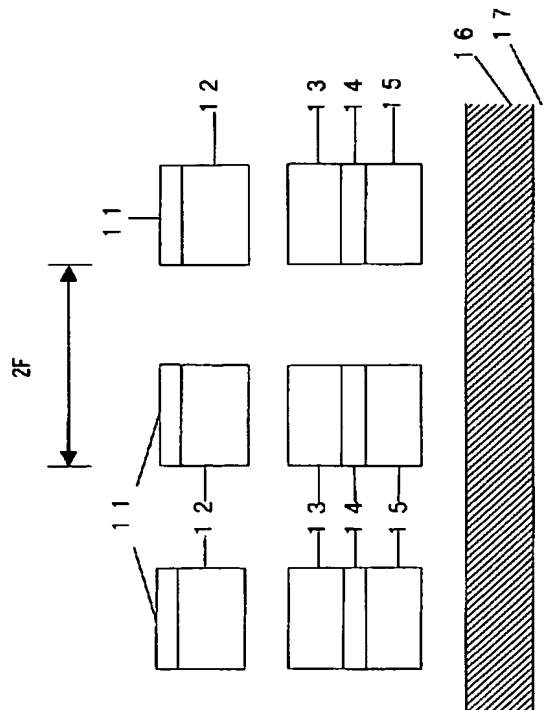
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気メモリおよびその記録方法

(57) 【要約】

【課題】 垂直磁化膜を用いた巨大磁気抵抗効果素子およびトンネル磁気抵抗効果素子を用いた磁気メモリにおいて、該素子の片側あるいは両側に電流線を配置すると、素子の高集積化が困難である。

【解決手段】 電流線12、16の上部あるいは下部に高透磁率材料からなる層11、17を設け、最隣接の素子の上下部に配置している電流線によりクロスポイントの素子へ記録を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも第 1 の磁性層、非磁性層、第 2 の磁性層から構成され、前記第 1 および第 2 の磁性層が垂直磁気異方性を有する磁気抵抗効果素子を用いた磁気メモリであって、

前記磁気抵抗効果素子に情報を記録するための電流線に高透磁率材料からなる層を積層し、

前記電流線を前記磁気抵抗効果素子の上下平面に配置したことを特徴とする磁気メモリ。

【請求項 2】 少なくとも第 1 の磁性層、非磁性層、第 2 の磁性層から構成され、前記第 1 および第 2 の磁性層が垂直磁気異方性を有する磁気抵抗効果素子に、高透磁率材料からなる層を積層し、且つ前記磁気抵抗効果素子の上下平面に配置した電流線により情報を記録することを特徴とする磁気メモリの記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は垂直磁気異方性を有する磁性層で構成された磁気抵抗効果素子を用いた磁気メモリ及びその記録方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気磁性層と非磁性層を積層して得られる巨大磁気抵抗効果（GMR）素子やトンネル磁気抵抗効果（TMR）素子は従来の異方性磁気抵抗効果（AMR）素子と比較して大きな磁気抵抗変化率を有することから、磁気センサーとして高い性能が期待できる。

【0003】GMR 素子については既にハードディスクドライブ（HDD）の再生用磁気ヘッドとして実用化されている。一方、TMR 素子は GMR 素子よりも更に高い磁気抵抗変化率を有することから、磁気ヘッドのみならず、磁気メモリへの応用も考えられている。

【0004】従来の TMR 素子の基本的な構成例として特開平 9-106514 号公報に示されている例を図 10 に示す。

【0005】図 10 に示すように、TMR 素子は、第 1 の磁性層 101、絶縁層 102、第 2 の磁性層 103、反強磁性層 104 を積層したものである。ここで、第 1 の磁性層 101 および第 2 の磁性層 103 は、Fe、Co、Ni、或はこれらの合金からなる強磁性体であり、反強磁性層 104 は、FeMn、NiMn 等であり、絶縁層 102 は Al₂O₃ である。

【0006】また、図 10 の絶縁層 102 を Cu 等の導電性を有する非磁性層に置き換えると GMR 素子となる。

【0007】従来の GMR 素子および TMR 素子では、磁性層部分の磁化が面内方向であるため、狭トラック幅の磁気ヘッドや高集積化磁気メモリのように素子寸法が微細化すると、端部磁極で生じる反磁界の影響を強く受けるようになる。このため磁性層の磁化方向が不安定となり、均一な磁化を維持することが困難になり、磁気ヘ

ッドおよび磁気メモリの動作不良を発生させることになる。

【0008】これを解決する方法として、垂直磁気異方性を有する磁性層を用いた磁気抵抗効果素子が特開平 11-213650 号公報に開示されている。該公報の素子構造を図 11 に示す。

【0009】図 11 において、磁気抵抗効果素子は、低い保磁力を有する垂直磁化膜からなる第 1 の磁性層 111 と、高い保磁力を有する垂直磁化膜からなる第 2 の磁性層 113 の間に非磁性層 112 が挟まれた構造をしている。なお、第 1 の磁性層および第 2 の磁性層には希土類-遷移元素合金のフェリ磁性膜、ガーネット膜、PtCo、PdCo などが用いられている。

【0010】この場合、端部磁極は磁性膜表面に生じることから、素子の微細化に伴う反磁界の増加は抑えられる。従って、磁性膜の垂直磁気異方性エネルギーが端部磁極による反磁界エネルギーよりも十分大きければ、素子の寸法に関係なく磁化を垂直方向に安定化させることができる。

【0011】一方、垂直磁化膜を用いた磁気メモリへの記録方法について、特開平 11-213650 号公報で開示されているものを用いて説明する。該公報の磁気抵抗効果素子、および書き込み線の配列を図 12 に示す。

【0012】図 12 の素子の構造は図 11 と同様、第 1 磁性層 121、非磁性層 122、第 2 磁性層 123 からなる。第 1 磁性層 121 をメモリ層とした場合、該素子への情報の記録は、素子の両横に設置されている記録用電流線 124、125 に電流を流し、上記電流線から発生する磁界によって第 1 磁性層 121 の磁化を反転させることにより行う。例えば、第 1 磁性層 121 の磁化の向きを素子上方にしたい場合には、記録用電流線 124 に紙面上方、記録用電流線 125 には紙面下方に電流を流す。これら 2 本の電流線から発生する磁界の合成成分は素子上方となるため、第 1 磁性層 121 の磁化を素子上方に配列させることができる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記記録用電流線を磁気抵抗効果素子の横に配置すると、該素子の高集積化には不利である。図 12 のように記録用電流線を素子の両横に配置した場合には、隣接する素子間の距離は配線ルール（F）を用ると 4F となる。これに対して、素子間に記録用電流線が存在しない通常の配列パターンでは、隣接する素子間の距離は 2F となる。メモリ作成においては、素子の高集積化が重要であることを考慮すると、図 12 に示された磁気メモリでは素子の高集積化には不利となる。

【0014】さらに、図 12 で示された配線パターンでは、選択された素子の横部に位置する素子には記録されないが、選択された素子の奥行き方向（紙面上方、或は紙面下方）に位置する素子には記録が行われてしまう。

その結果、マトリクス状に配列している素子のクロスポイントを選択することはできない。

【0015】そこで本発明は上記課題を考慮し、従来に比べ集積度が高く、かつマトリクス状に配列している素子のクロスポイントに情報を記録することができる磁気メモリおよび記録方法を提供する。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の第1発明は、少なくとも第1の磁性層、非磁性層、第2の磁性層から構成され、前記第1および第2の磁性層が垂直磁気異方性を有する磁気抵抗効果素子を用いた磁気メモリであって、前記磁気抵抗効果素子に情報を記録するための電流線に高透磁率材料からなる層を積層し、前記電流線を前記磁気抵抗効果素子の上下平面に配置したことを特徴とする磁気メモリである。

【0017】また、第2発明は、少なくとも第1の磁性層、非磁性層、第2の磁性層から構成され、前記第1および第2の磁性層が垂直磁気異方性を有する磁気抵抗効果素子に、高透磁率材料からなる層を積層し、且つ前記磁気抵抗効果素子の上下平面に配置した電流線により情報を記録することを特徴とする磁気メモリの記録方法である。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図をもとに本発明について詳細に説明する。

【0019】＜実施例1＞図1に本実施例の磁気メモリの概略構成図を示す。本実施例の磁気メモリは、磁性層13、非磁性層14、磁性層15からなる磁気抵抗効果素子、および該素子の上部、あるいは下部に配置した電流線12、16からなる。

【0020】なお、該素子の上方に位置する電流線12の上部、および該素子の下方に位置する電流線16の下部にはそれぞれ高透磁率層11、17が設けられている。電流線12、16の上部あるいは下部に高透磁率層11、17を設けることにより、前記磁気抵抗効果素子の記録層に対して上記電流線から発生する磁界を集中させ、効率的に記録を行うことができる。

【0021】本実施例の磁気メモリでは、最隣接素子間隔は最小配線ルールFを用いて2Fとなる。従来技術のように記録用電流線を素子の横に配置した磁気メモリでは隣接素子間隔が4Fであるのに比べると、素子間距離を半分にしたことになり従来技術に対して高密度化を実現したことになる。

【0022】電流線12、16はAl、Cuなどの導電性非磁性体からなり、上記電流線12の上部もしくは電流線16の下部に設けられた高透磁率層11もしくは17の材料としては、NiFe、CoZrNbなどが用いられる。

【0023】第1の磁性層12および第2の磁性層14は、いずれも希土類金属(RE)と鉄族遷移金属(T

M)の非晶質合金垂直磁化膜、あるいはCoCr系合金などの結晶質合金垂直磁化膜からなる。

【0024】第1の磁性層13を記録層とした場合、前記第1の磁性層は上記電流線から発生する磁界によって磁化反転可能な保磁力Hcを有し、かつ垂直磁気異方性を保持している必要がある。このような特性を満足する第1の磁性層13の材料としては、Ce、Pr等の軽希土類金属を含有する希土類-遷移金属二元合金(CeCo、PrCoなど)、或いは上記軽希土類金属-重希土類金属-遷移金属からなる三元合金(PrGdFe、PrGdCo、PrTbFe、PrTbCo、PrFeCoなど)があげられる。

【0025】一方、第2の磁性層15は垂直磁気異方性を維持しつつ、上記電流線から発生する磁界により充分磁化反転しない程度の大きさの保磁力を有している必要がある。このような特性を満足する第2の磁性層15に適する材料としては、希土類金属として主としてTb、Gd等の重希土類金属-遷移金属からなる二元合金(TbFe、TbCo、GdFe、GdCoなど)、或いは重希土類金属-遷移金属からなる三元合金(GdTbFe、GdTbCo、TbFeCoなど)、更にはCoCr、CoPt等の垂直磁気異方性を有する強磁性体があげられる。

【0026】前記第1および第2の磁性層の膜厚は、薄膜化による超常磁性化を考慮して50Å以上、厚膜化による微細加工の困難性を考慮して5000Å以下が望ましい。

【0027】なお、非磁性層14には従来のGMR素子で使用されているCu等の導電性を有する非磁性体、あるいはTMR素子で使用されているAl₂O₃膜を用いることもできるが、磁性層の希土類金属が酸化される危険性を考慮すると、絶縁性の非磁性層としては、AlN、BN等のような窒化膜、或いはSi、ダイヤモンド、DLC(ダイヤモンド・ライク・カーボン)等のような共有結合を有する絶縁膜を用いるのが望ましい。

【0028】非磁性層の膜厚は、TMR素子の場合には、膜厚が5Å以下であると磁性層間で電氣的にショートしてしまう可能性があり、膜厚が30Å以上である場合、電子のトンネル現象が起きにくくなってしまいうため、5Å以上30Å以下がよい。一方、GMR素子では、膜厚が厚くなると素子抵抗が小さくなりすぎて磁気抵抗変化率も低下するため、50Å以下がよい。

【0029】なお、図には示していないが、電流線と磁気抵抗素子が接続されるのを防ぐために、電流線と磁気抵抗素子の間には絶縁膜が設けられている。これは再生時に磁性薄膜素子に流す電流が記録用電流線に漏れて再生信号が劣化することを防ぐなどのために必要である。

【0030】次に、図2をもとに素子配列と電流線の配置について説明する。なお、本実施例では、磁性層内部の磁化状態を安定に保つため、円筒形に加工した素子を

10

20

30

40

50

用いる。

【0031】前述したように磁気抵抗効果素子21～25と電流線26a～27cとは異なる平面上に存在する。ここで、電流線26a、26b、26cはそれぞれ素子24、22、25の上部平面上に存在し、電流線27a、27b、27cはそれぞれ素子21、22、23の下部平面上に存在する。

【0032】図2のようにマトリクス状に素子が配列している場合のクロスポイントに存在する素子22の選択方法について説明する。

【0033】記録用電流線26a、26cに電流を流し、列方向について素子を選択する。ただし、これだけでは行方向の素子を選択することができない（素子21、22、23の全てが選択される）ため、もう一方の記録用電流線27a、27cにも電流を流すことによりクロスポイント22を選択することができる。

【0034】なお、図1で説明したように、記録用電流線26a、26b、26cの上部、もしくは電流線27a、27b、27cの下部には高透磁率材料からなる層が設けられている。

【0035】図3に示すように、第1の磁性層31、非磁性層32、第2の磁性層33からなる磁気抵抗効果素子において、“0”、“1”の磁化情報を表す記録層の磁化状態は、記録層（第1磁性層31）の磁化の向きが（a）上向き、（b）下向きのどちらかに対応して記録される。

【0036】一方、記録した情報の読み出しは第1の磁性層31と第2の磁性層33の磁化の相対的な向きに依存する抵抗値の差により“0”、“1”の識別を行う。即ち、図3（a）のように第1の磁性層31と第2の磁性層33の磁化の向きが平行の場合は低い抵抗値を示すのに対し、図3（b）のように第1の磁性層31と第2の磁性層33の磁化の向きが反平行の場合は高い抵抗値を示す。

【0037】次に、図4、5をもとに、本発明における記録方法の詳細を説明する。

【0038】本発明の磁気抵抗効果素子への記録は、図4に示す素子（44～46）上部に配置した電流線43aおよび43b、または、図5に示す素子（53～55）下部に配置した電流線56aおよび56cから発生する磁界の合成成分を用いて行う。

【0039】ここで、電流線43aと電流線43b、電流線56aと電流線56bには、それぞれ逆向きに電流を流す。

【0040】電流線43aと電流線43b、または、電流線56aと電流線56bから発生する磁界は、電流線の上部あるいは下部に設置された高透磁率層（42a、42c、57a、57c）により楕円形になる。

【0041】このように電流線の上部、もしくは下部に高透磁率材料を配置すると、電流線から発生する磁界は

高透磁率層側では遮蔽される。そのため電流線の周りの磁界は非対称となり、素子側により強い磁界を及ぼすことになる。この結果、高透磁率材料を設置しない場合に比べて記録層の磁化を効率的に反転させることが可能となる。

【0042】ここでは、前記磁気抵抗効果素子の記録層44、53の磁化の向きを素子上方に向けさせる場合の記録方法を示しているが、前記記録層44、53の磁化の向きを素子下方に向けさせるには、図4、図5における記録用電流線43a、電流線43b、電流線56a、電流線56bに流す電流の向きを逆向きにすればよい。

【0043】また、前記素子を磁気メモリとして用いる場合、読み出し用の電流線が必要となる。読み出し用の電流線は素子上下部と接続している必要があり、記録用電流線と別に配線を設けることもできるが、記録用電流線と素子を接続することにより記録用電流線が読み出し用電流線を兼ねることも可能である。

【0044】一方、磁気メモリとして用いる場合に、トランジスタ上に前記素子を積層するという構造が考えられているが、その場合は素子下部とトランジスタが接続されていなければならない。そのため、トランジスタ上に前記素子を積層する場合には素子上方の記録用電流線は読み出し用電流線と兼ねることが可能であるが、素子下部の記録用電流線は独立に存在することになる。

【0045】＜実施例2＞図6に本実施例の磁気メモリの概略構成図を示す。本実施例の磁気メモリは、磁性層63／非磁性層64／磁性層65からなる磁気抵抗効果素子、並びに該素子と異なる平面上に位置し、該素子と隣合う素子との中間に配置した電流線62、66からなる。

【0046】なお、前記磁気抵抗効果素子の上方に位置する電流線62の上部、および該素子の下方に位置する電流線66の下部にはそれぞれ高透磁率層61、67が設けられている。電流線62、66の上部あるいは下部に高透磁率層61、67を設けることにより、前記磁気抵抗効果素子の記録層に対して上記電流線から発生する磁界を集中させ、効率的に記録を行うことができる。

【0047】本発明の磁気メモリでは、実施例1の場合と同様、最隣接素子間隔は最小配線ルールFを用いて2Fとなり、本実施例の場合も従来技術の際隣接素子間隔4Fに比べると、素子間距離を半分に縮めたことになる。

【0048】次に、素子配列と記録用電流線の配置について、図7を用いて説明する。本実施例では、磁性層内部の磁化状態を安定に保つため、実施例1と同じく円筒形に加工した素子を用いる。

【0049】図6で示したように、磁気抵抗効果素子71～75と記録用電流線76～79とは異なる平面上に存在する。ここで、記録用電流線76、77は素子71～75の上部平面上に存在し、該電流線76は素子72

10

20

30

40

50

7

と 74 から等距離、電流線 77 は素子 72 と 75 から等距離の位置にある。一方、電流線 78、79 は素子 71 ～ 75 の下部平面上に存在し、電流線 78 は素子 71 と 72 から等距離、電流線 79 は素子 72 と 73 から等距離の位置にある。

【0050】図 7 のようにマトリクス状に素子が配列している場合のクロスポイントに存在する素子 72 の選択方法について説明する。

【0051】電流線 76、77 に電流を流し、列方向について素子を選択する。ただし、これだけでは行方向の素子を選択することができない（素子 71、72、73 の全てが選択される）ため、もう一方の記録用電流線 78、79 にも電流を流すことによりクロスポイント 72 を選択することができる。

【0052】なお、図 6 で説明したように、記録用電流線 76、77 の上部、もしくは電流線 78、79 の下部には高透磁率材料からなる層が設けられている。

【0053】本実施例における素子構造ならびに磁気メモリとして用いる材料は実施例 1 の場合と同じである。

【0054】本実施例における記録方法の詳細を図 8、図 9 をもとに説明する。本発明の磁気抵抗効果素子への記録は図 8 に示す素子上部に配置した記録用電流線 83、または、図 9 に示す素子下部に配置した記録用電流線 96 から発生する磁界の合成成分を用いて行う。ここで、隣接する電流線にはそれぞれ逆向きに電流を流す。

【0055】記録用電流線 83、もしくは 96 から発生する磁界は、上記電流線の上部あるいは下部に設置された高透磁率層のため楕円形になる。このように記録用電流線の上部、もしくは下部に高透磁率材料を配置すると、記録用電流線から発生する磁界は高透磁率層側では遮蔽される。そのため電流線の周りの磁界は非対称となり、素子側により強い磁界を及ぼすことになる。この結果、高透磁率材料を設置しない場合に比べて記録層の磁化を効率的に反転させることが可能となる。

【0056】ここでは、前記磁気抵抗効果素子の記録層 84、93 の磁化の向きを素子上方に向けさせる場合の記録方法を示しているが、前記記録層 84、93 の磁化の向きを素子下方に向けさせるには、図 8、図 9 における記録用電流線 83、96 に流す電流の向きを逆向きにすればよい。

【0057】また、前記素子を磁気メモリとして用いる場合、読み出し用の電流線が必要となる。読み出し用の電流線は素子上下部と接続している必要があり、記録用電流線と別に配線を設けることもできるが、記録用電流線と素子を接続することにより記録用電流線が読み出し用電流線を兼ねることも可能である。

【0058】一方、磁気メモリとして用いる場合に、トランジスタ上に前記素子を積層するという構造が考えられているが、その場合は素子下部とトランジスタが接続されていなければならない。そのため、トランジスタ上

8

に前記素子を積層する場合には素子上方の記録用電流線は読み出し用電流線と兼ねることが可能であるが、素子下部の記録用電流線は独立に存在することになる。

【0059】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、従来に比べ集積度が高く、高効率の記録を行うことのできる磁気メモリならびに磁気メモリへの記録方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施例 1 における磁気メモリの概略構成図である。

【図 2】実施例 1 における磁気抵抗効果素子、ならびに電流線の配置図を示した図である。

【図 3】磁気抵抗効果素子における“0”、“1”の磁化状態を示した図である。

【図 4】実施例 1 における記録方法を説明する図である。

【図 5】実施例 1 における記録方法を説明する図である。

【図 6】実施例 2 における磁気メモリの概略構成図である。

【図 7】実施例 2 における磁気抵抗効果素子、ならびに電流線の配置図を示した図である。

【図 8】実施例 2 における記録方法を説明する図である。

【図 9】実施例 2 における記録方法を説明する図である。

【図 10】従来の磁気抵抗効果素子を示した図である。

【図 11】従来の磁気抵抗効果素子を示した図である。

【図 12】従来の磁気抵抗効果素子への記録方法を示した図である。

【符号の説明】

11、17、42a～42c、48、51、57a～57c、61、67、81、88、91、98

高透磁率層

12、16、26a～26c、27a～27c、43a～43c、47、52、56a～56c、62、66、76～79、83、87、92、96

記録用電流線

13、31、44、53、63、84、93

第 1 の磁性層

14、32、45、54、64、85、94、

非磁性層

15、33、46、55、65、86、95

第 2 の磁性層

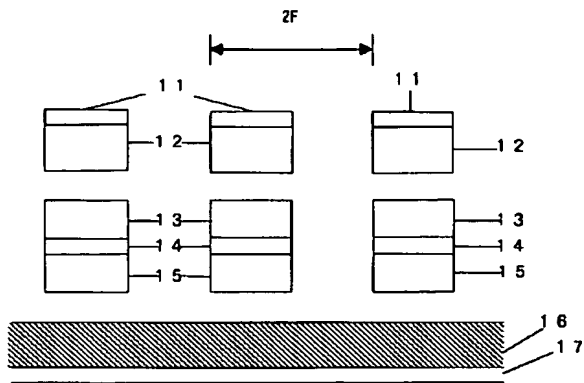
21～25、71～75

磁気抵抗効果素子

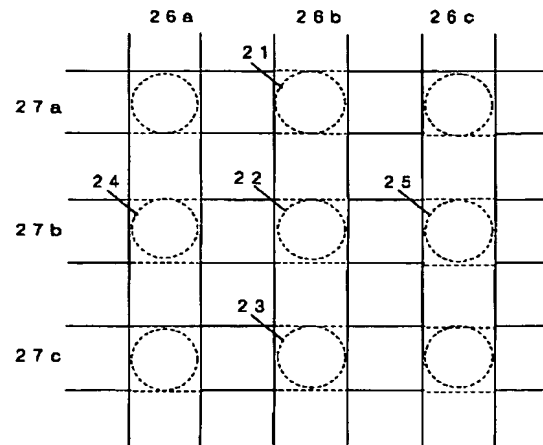
41、58、82、97

発生磁界

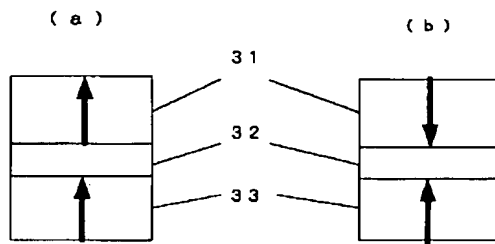
【図 1】



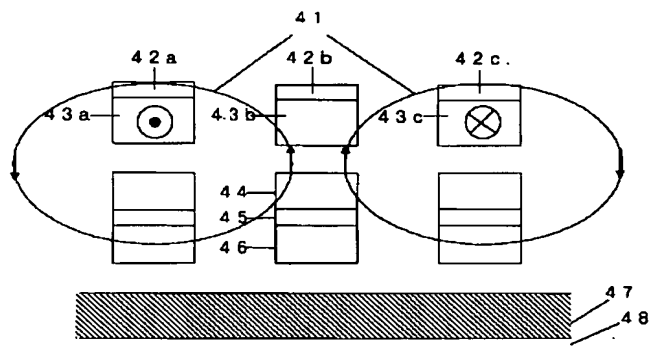
【図 2】



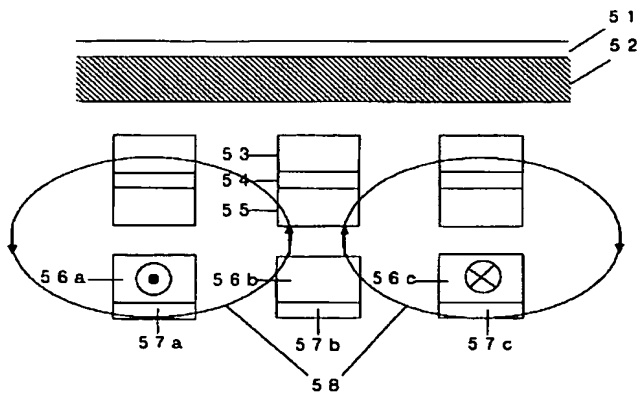
【図 3】



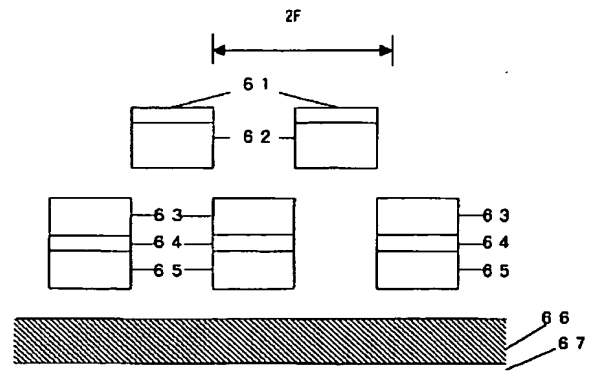
【図 4】



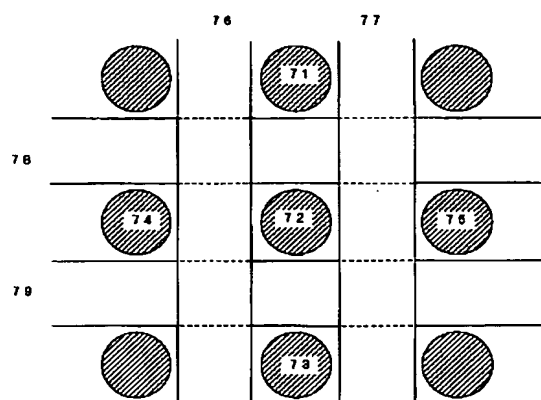
【図 5】



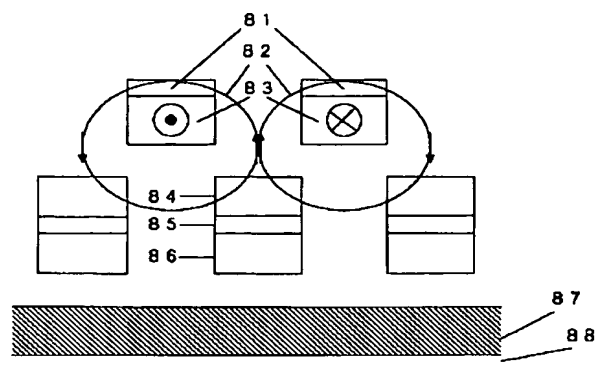
【図 6】



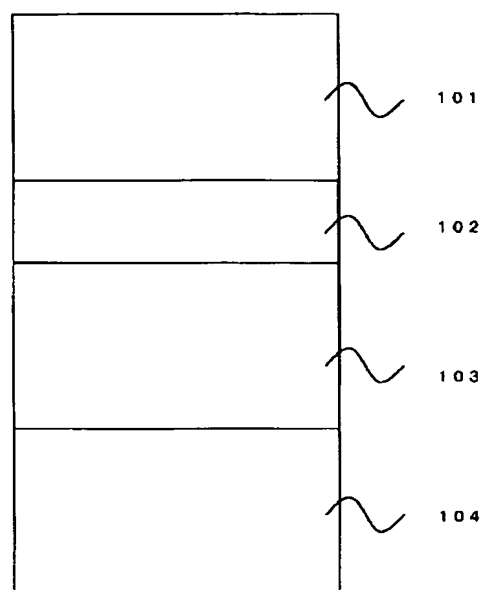
【図 7】



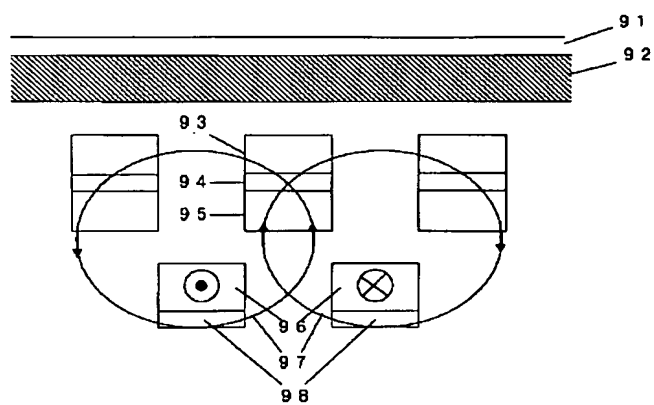
【図 8】



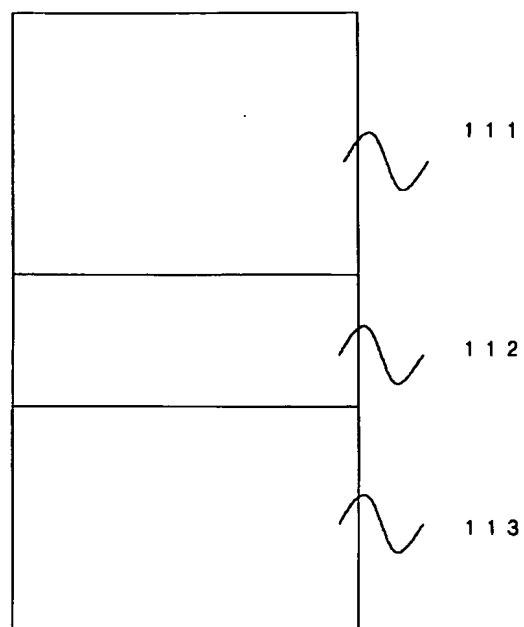
【図 10】



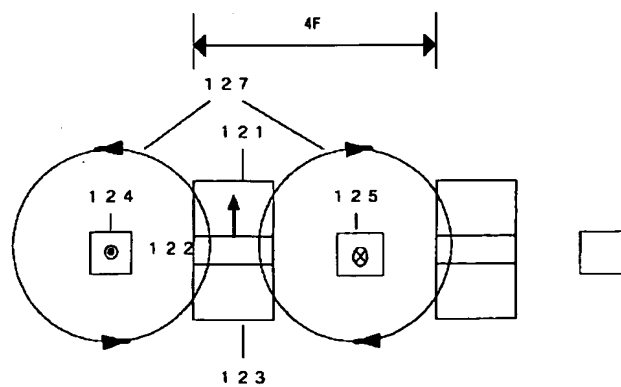
【図 9】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 道嶋 正司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

F ターム(参考) 5F083 FZ10 GA09 JA36 JA37